

УДК 621.316.7

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Гончаров Ф.Н.

Научный руководитель – к.т.н., профессор СИЛЮК С.М.

Впервые требования к обеспечению ЭМС при проектировании были сформулированы в действующем и в методическом указании по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех. Этот документ по ЭМС относится ко всем объектам электроэнергетики: электростанциям, подстанциям, переключательным пунктам всех собственников не только электростанций и предприятий электрических сетей, но и заводских, и тяговых подстанций напряжением 110 кВ и выше.

Нормирование показателей электромагнитной совместимости относится к числу главных вопросов проблемы электромагнитной совместимости. Электрическая энергия, кроме количественных показателей должна отвечать ряду качественных. Качество электрической энергии должно соответствовать требованиям ГОСТ 13109-97.

Рассматривая электромагнитную совместимость как показатель качества продукции, необходимо на различных этапах её создания соблюдать целый ряд рекомендаций и норм, охватывающих комплекс непрерывно совершенствующихся вопросов электромагнитной совместимости.

Ниже приведён список основных источников помех.

Вентильные преобразователи являются мощными концентрированными источниками гармонических помех – высших гармоник (ВГ).

Преобразователи частоты в последние годы находят всё более широкое применение в металлургии, машиностроении, на предприятиях легкой промышленности; ПЧ являются источниками гармонических ЭМП, не только ВГ, но и интергармоник (ИГ), иначе – межгармоник, частоты которых находятся между частотами канонических ВГ.

Дуговая сталеплавильная печь является значительным источником ЭМП: ВГ и ИГ, колебаний и несимметрии напряжений. В наибольшей мере генерирование ЭМП проявляется в период расплавления.

Электросварочные установки (ЭСУ) создают практически все ЭМП, характеризующие КЭ: ВГ, несимметрию, провалы и колебания напряжения.

Также источниками гармоник являются газоразрядные лампы, ветроэнергетические установки и сети электрического транспорта.

Снижение несимметрии напряжений, обусловленную несимметричными электроприёмниками, можно ограничить до значений $K_{2U} \leq 0,02$ как с помощью схемных решений, так и путём применения специальных симметрирующих устройств (СУ).

При соотношении мощностей короткого замыкания в узле сети S_K и однофазной нагрузки $S_{одн}$, $S_K \geq 50S_{одн}$ коэффициент обратной последовательности напряжений не превышает нормируемого ГОСТ 13109-97. Электроприёмники, вызывающие несимметрию, присоединяются узлами сети, где мощность короткого замыкания удовлетворяет приведенному выше соотношению.

Существующие СУ можно разделить на две большие группы: с электрическими и электромагнитными связями. В СУ с электрическими связями симметрирующие элементы и нагрузки включаются либо по схеме треугольника, либо трёхлучевой звезды. По конструкции СУ разделяют на одно-, двух- и трёхэлементные схемы.

Из двухэлементных СУ наибольшее распространение получила схема Штейнметца. Симметрирующее устройство Штейнметца наиболее эффективно при коэффициенте мощности нагрузки, равном единице. Поэтому при активно-индуктивной нагрузке параллельно ей включается батарея конденсаторов С2.

Симметрирующее устройство Штейнметца обеспечивает симметрирование и активно-индуктивной нагрузки (без конденсаторов С2). Однако в этом случае коэффициент мощности значительно снижается до значений, меньших коэффициента мощности нагрузки.

Управляемые СУ могут иметь как непрерывное (аналоговое), так и ступенчатое (дискретное) управление.

Конденсаторные батареи дискретных СУ набираются из нескольких групп, одна из которых подключена постоянно, а другие – переменнo. Переключения осуществляются с помощью тиристорных ключей. В настоящее время находит применение плавное регулирование ёмкостных элементов путём подключения параллельно к конденсаторам реакторов, управляемых тиристорами.

Трёхэлементные СУ являются наиболее универсальными и гибкими, к их недостаткам можно отнести достаточно низкий коэффициент использования.

Для симметрирования системы линейных напряжений при одно-, двух- и трёхфазных несимметричных нагрузках широко применяются батареи конденсаторов с неодинаковыми мощностями фаз, используемые для компенсации реактивной мощности в сети.

Симметрирующее устройство с электромагнитными связями делится на две группы: с делителями (автотрансформаторные) и трансформаторные. В схемах с делителями мощность СУ обычно выбирается равной мощности нагрузки. С помощью переключения автотрансформаторной отпайки можно симметрировать нелинейную нагрузку с изменяющимся коэффициентом мощности.

Симметрирование системы напряжений может быть осуществлено также путём введения в систему добавочных ЭДС: между источником и приёмником в разрыв линейных проводов включаются дополнительные источники ЭДС, образующие систему обратной последовательности. В результате суммирования ЭДС основного и добавочного источников их симметричные составляющие обратной последовательности компенсируются, напряжение на приёмнике становится симметричным. В качестве источника добавочной системы ЭДС могут быть использованы синхронный генератор, трансформаторы последовательного регулирования, трансформатор с пофазным регулированием коэффициента трансформации.

Находят применение также филтросимметрирующие устройства (ФСУ), представляющие собой фильтры ВГ, собранные на базе БК симметрирующего устройства – так называемые несимметричные фильтры.

Литература

1 Жежеленко, И. В. Электромагнитная совместимость потребителей / И. В. Жежеленко, А. К. Шидловский, Г. Г. Пивняк. – М.: Машиностроение, 2012. – 351 с.

2 Ефанов, В. И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем / В. И. Ефанов – Томск: ДМК Пресс, 2012. – 224 с.

3 Савинов, В. И. Система идентификации источников электромагнитных влияний на объектах энергетики / В. И. Савинов, А. В. Струмеляк – М.: ДМК Пресс, 2013. – 40 с.